Iranian Journal of Pulses Research
Homepage: https://ijpr.um.ac.ir
Vol. 13, No. 1, June 2022, p. 73-86
Original Research; DOI: 10.22067/ijpr.v13i1.2103-1003

پژوهش‌های حبوبات ایران
سال(دوره) ۱۳ شمارهٔ۱، نیمهٔ اوّل ۱۴۰۱
صفحهٔ ۸۶-۷۳، نوع مقاله: پژوهشی

تنوع ژنتیکی عملکرد و اجزای عملکرد برخی ژنوتیپ‌های عدس (*Lens culinaris* Medikus.) با استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره

زینب عزیزی‌زاده[1]، زهرا طهماسبی[2]* و امیر میرزایی[3]

۱- کارشناس‌ارشد اصلاح نباتات، کارمند جهاد کشاورزی، سازمان جهاد کشاورزی ایلام، مرکز کارزان، شهرستان سیروان؛ z.azizizada@gmail.com
۲- دانشیار اصلاح نباتات (گرایش ژنتیک بیومتری)، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام؛ z.tahmasebi@ilam.ac.ir
۳- استادیار زراعت (گرایش اکولوژی)، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان ایلام، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایلام ؛ amir.mirzaei53@gmail.com

تاریخ‌ها:
دریافت: ۱۳۹۹/۱۲/۱۹، بازنگری: ۱۴۰۰/۰۶/۲۹، پذیرش: ۱۴۰۰/۰۹/۲۹؛ انتشار آنلاین مقاله: ۱۴۰۱/۰۴/۰۱

نحوه ارجاع به مقاله:
عزیزی‌زاده، ز.، طهماسبی، ز.، و میرزایی، ا. ۱۴۰۱. تنوع ژنتیکی عملکرد و اجزای عملکرد برخی ژنوتیپ‌های عدس (*Lens culinaris* Medikus.) با استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره. پژوهش‌های حبوبات ایران ۱۳(۱): ۸۶-۷۳.

چکیده

برای تعیین تنوع ژنتیکی عملکرد، اجزای عملکرد و صفات مورفولوژیکی، درک روابط بین این صفات در عدس و شناسایی ژنوتیپ با عملکرد بالا در ایلام، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و ۱۸ ژنوتیپ عدس در سال زراعی ۱۳۹۷-۹۸ اجرا گردید. صفات مورد بررسی در این آزمایش تعداد برگ در بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، تعداد دانه در بوته، تعداد گل در بوته، تعداد شاخه فرعی، ارتفاع گیاه، روز تا گلدهی، روز تا رسیدگی، وزن۱۰۰دانه و عملکرد گیاه بود. نتایج نشان داد تنوع ژنتیکی قابل‌توجهی برای صفات وزن۱۰۰دانه، عملکرد دانه، تعداد برگ در بوته، تعداد گل در بوته، ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی و روز تا رسیدگی وجود داشت. ژنوتیپ Flip 2010-90L با میانگین ۱۴۶۳/۳ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین عملکرد دانه بود. صفات تعداد دانه در بوته، وزن۱۰۰دانه، تعداد دانه در غلاف و ارتفاع بوته دارای بیشترین همبستگی با عملکرد دانه بودند. تجزیه خوشه‌ای، ژنوتیپ‌ها را به پنج گروه تقسیم کرد. در تجزیه به مؤلفه‌های اصلی چهار مؤلفه دارای مقادیر ویژه بیش از یک بودند و ۶۹/۹ درصد از واریانس کل را توجیه کردند. در تجزیه به عامل‌ها صفات مثبت عامل اول شامل تعداد دانه در غلاف، تعداد دانه در بوته، ارتفاع بوته، وزن۱۰۰دانه، عملکرد دانه و صفات مثبت عامل دوم شامل تعداد دانه در غلاف، تعداد برگ در بوته، تعداد دانه در بوته، ارتفاع بوته و تعداد شاخه فرعی بود. از اطلاعات به‌دست‌آمده می‌توان در جهت اصلاح عملکرد عدس استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: تجزیه خوشه‌ای؛ ژنوتیپ؛ صفات مورفولوژیکی؛ همبستگی

مقدمه

عدس با نام علمی (*Lens culinaris* Medikus.) جزء بقولات سرمادوست محسوب می‌شود. دانه عدس منبع غنی از پروتئین، مواد معدنی، فیبر و کربوهیدرات است که نقش مهمی در تأمین مواد مغذی در کشورهای درحال‌توسعه ایفا می‌نماید (Kumar *et al*., 2015). همچنین این گیاه زراعی توانایی رشد و نمو در شرایط نامناسب محیطی را داشته و به‌علت کوتاهی دوره رشد، محصول مناسبی در تناوب با غلات به‌شمار می‌رود و به‌خاطر همزیستی با باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن هوا، نقش مؤثری در حاصلخیزی خاک دارد (Anjam *et al*., 2005).

با توجه به نیاز روزافزون به تولید محصولات کشاورزی و محدودبودن منابع آبی و خاکی جهت کشت محصولات، لازم است تا ذخایر ژنتیکی مورد بررسی قرار گیرد و از طرف دیگر، مواد ژنتیکی ذخایری هستند که برای متخصصان اصلاح نباتات ارزشمند بوده و سعی بر جمع‌آوری و نگهداری و ارزیابی این مواد می‌شود. کشور ایران یکی از مراکز اصلی تنوع ژنتیکی در جهان است. شناسایی ویژگی‌های ریخت‌شناختی نخستین گام در طبقه‌بندی و توصیف نمونهٔ هر گیاه به‌شمار می‌آید و دانشمندان مختلفی در زمینهٔ رده‌بندی و اندازه‌گیری تنوع کلکسیون‌های نمونهٔ لگوم‌های مختلف از جمله عدس اقدام

* نویسنده مسئول: z.tahmasebi@ilam.ac.ir

کرده‌اند (Sultan *et al*., 2005). از آنجا که ایران یکی از مراکز تنوع عدس در جهان می‌باشد، پیش‌بینی می‌شود که تنوع زیادی در بین توده‌های بومی این گیاه یافت شود (Saman *et al*., 2012).

تنوع ژنتیکی جمعیت، اساس هر برنامه اصلاحی است و موفقیت یک برنامه اصلاحی به طبیعت، حجم و میزان تنوع موجود در مواد ژنتیکی بستگی دارد. وجود تنوع، زیاد بزرگ ترین شانس برای نائل‌شدن به موفقیت در گزینش محسوب می‌شود. پس به‌منظور اصلاح گیاه عدس آگاهی از وضعیت ژنتیکی، امری ضروری و غیرقابل‌اجتناب است (Mishra *et al*., 2007). در برنامه‌های اصلاح نباتات، از همبستگی بین صفات به‌طور گسترده‌ای برای آگاهی از وجود رابطه میان عملکرد و اجزای آن یا در مورد روابط میان جفت اجزاء و عملکرد استفاده شده است (Tyagi & Hafiz Khan, 2011). مهم‌ترین معیار برای شناسایی و انتخاب ژنوتیپ‌های برتر، ارزیابی ویژگی‌های مورفولوژیکی و بررسی اجزای عملکرد می‌باشد. نتایج مطالعات گذشته که بر روی عدس انجام گرفته است، نشان می‌دهد که بهبود پتانسیل تولید در واحد سطح می‌تواند یکی از معیارهای مهم در افزایش تولید این گیاه باشد (Zahedi *et al*., 2016).

Aghaei *et al*, (2004) به‌منظور بررسی تنوع ژنتیکی کلکسیون عدس بانک ژن و ارتباط آن با پراکنش جغرافیایی و اقلیمی، مجموعه‌ای از ۹۹۰ نمونه عدس‌های بومی را برای ۱۵صفت مورفولوژیک و فنولوژیک مورد ارزیابی قرار دادند و صفات ارتفاع بوته، وزن۱۰۰دانه و زمان رسیدگی تنوع بیشتری را نسبت به سایر صفات داشتند. همچنین در بررسی دیگر ۲۰ژنوتیپ عدس از نظر ۱۴ صفت مختلف مورد ارزیابی قرار گرفتند و بر اساس نتایج حاصل مبنی بر همبستگی مثبت میان دو صفت، تعداد دانه در نیام و تعداد نیام در بوته، از مهم‌ترین اجزای عملکرد عدس معرفی شدند (Salehi *et al*., 2007). Narouie Rad *et al*, (2008) با ارزیابی ۱۵۳ توده مناطق گرم و خشک بانک ژن گیاهی ملی ایران، برای هشت صفت مورفولوژیک و فنولوژیک در زابل، بیشترین ضریب تغییرات فنوتیپی را مربوط به عملکرد دانه گزارش کرده و نشان دادند که ارتفاع بوته بیشترین میزان همبستگی مثبت و معنی‌دار را با عملکرد دانه داشت. Pezeshkpour & Afkar (2019) تنوع قابل‌توجهی در میان ۱۴ ژنوتیپ عدس را نشان دادند و تفاوت معنی‌داری برای عملکرد دانه، عملکرد زیست‌توده، وزن۱۰۰دانه، تعداد دانه در غلاف به‌دست آوردند.

این پژوهش به منظور تعیین ارتباط بین عملکرد و اجزای عملکرد دانه عدس با استفاده از روش‌های آماری و شناسایی ژنوتیپ‌های عدس با عملکرد دانه بالا در شرایط دیم ایلام اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی تنوع ژنوتیپ‌های عدس از نظر صفات زراعی، عملکرد و اجزای عملکرد و صفات مورفولوژیکی آزمایشی در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی سرابله شهرستان چرداول واقع در ۳۰ کیلومتری شرق ایلام اجرا گردید. در طی زمان آزمایش (از مهرماه تا خردادماه) مجموع بارندگی ۶۰۳/۶ میلی‌متر و متوسط دما بین ۶/۴-۲۷/۶ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی۶۸-۲۹ درصد بود. خاک محل آزمایش دارای بافت لوم رسی بود. مشخصات خاک محل آزمایش به شرح جدول ۱ می‌باشد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعۀ آزمایشی

Table 1. Physical and chemical characteristics of experimental field soil

هدایت الکتریکی EC (mmol)	نیتروژن N (%)	پتاسیم K (ppm)	فسفر P (ppm)	کربن OC (%)	اسیدیته pH	بافت Texture
0.5	0.152	310	15.25	1.25	7.50	لوم رسی Loam clay

ژنوتیپ‌های مورد مطالعه شامل ۱۶ لاین با منشاء ایکاردا[1] (مرکز بین‌المللی تحقیقات در مناطق خشک) به همراه دو رقم اصلاح‌شده به عنوان شاهد (کیمیا و گچساران) بودند و از مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور تهیه شدند (جدول ۲).

آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد.

خاک محل آزمایش ابتدا شخم و دیسک زده شد و سپس توسط ماله زمین هموار گردید. بذور قبل از کاشت با استفاده از قارچ‌کش کاپتان (دو در هزار) جهت کاهش شدت بیماری برق‌زدگی ضدعفونی گردید. عملیات کاشت در آبان‌ماه سال۱۳۹۷ به روش دستی و در عمق ۵ سانتی‌متری انجام و

1- International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA)

فاصله بین ردیف‌های کشت ۳۰ سانتی‌متر بود. از هر ژنوتیپ ۴خط ۴متری کشت شد. در طول دوره رشد صفات تعداد روز از زمان جوانه‌زنی تا رسیدگی فیزیولوژیکی ۹۰ درصد از بوته‌های هر ژنوتیپ و تعداد روز تا گلدهی (تعداد روز از زمان جوانه‌زنی تا گلدهی ۵۰ درصد از بوته‌های هر تیمار) ثبت شد. عملیات برداشت در تاریخ ۲۰ خرداد سال ۱۳۹۸ انجام گرفت. به‌منظور بررسی خصوصیات زراعی و مورفولوژیکی ژنوتیپ‌های عدس از هر ژنوتیپ ۱۰ بوته به‌صورت تصادفی انتخاب شد و صفات ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، تعداد برگ، تعداد گل در بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن۱۰۰دانه اندازه‌گیری شد. به منظور تعیین عملکرد دانه، پس از رسیدگی با حذف دو خط کناری و ۵۰ سانتی‌متر از ابتدا و انتهای هر خط به‌عنوان حاشیه، عملیات برداشت صورت گرفت.

تجزیه واریانس طرح بلوک‌های کامل تصادفی و مقایسه میانگین به روش حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) توسط نرم‌افزار SAS 9.3 و ضرایب همبستگی پیرسون و آماره‌های توصیفی و تجزیه کلاستر به روش ward توسط نرم‌افزار SPSS 18 و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و رسم بای‌پلات دو مؤلفه اول، تجزیه به عامل‌ها به روش مؤلفه‌های اصلی و با چرخش وریماکس توسط نرم‌افزار Minitab 16 انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که اختلاف بین ژنوتیپ‌های آزمایشی از نظر صفات عملکرد دانه، ارتفاع بوته، وزن۱۰۰دانه، تعداد شاخه فرعی و تعداد گل در بوته در سطح احتمال یک‌درصد معنی‌دار بود و همچنین بین ژنوتیپ‌ها از نظر صفات روز تا گلدهی، تعداد برگ در بوته و تعداد دانه در بوته اختلاف معنی‌داری (سطح احتمال پنج‌درصد) وجود داشت (جدول‌های ۳ و ۴).

نتایج حاصل از مقایسه میانگین صفت تعداد برگ در بوته نشان‌داد که ژنوتیپ Flip 2010-90 L با میانگین ۳۸عدد و بعد از آن ژنوتیپ Flip-51L با ۳۷ عدد بیشترین تعداد و ژنوتیپ Flip2010-40L با میانگین ۲۶ عدد برگ در بوته دارای کمترین میزان این صفت در بین ژنوتیپ‌های آزمایشی بود (جدول ۵).

جدول ۲- ژنوتیپ‌های مورد مطالعه عدس

Table 2. Studied lentil genotypes

نام ژنوتیپ Genotype name	شماره ژنوتیپ Genotype number	نام ژنوتیپ Genotype name	شماره ژنوتیپ Genotype number
FLIP2011-13L	10	PercozR-4605	1
FLIP2010-90L	11	FLIP-51L	2
FLIP2011-13L	12	FLIP96-46L	3
FLIP2007-133L	13	FLIP2010-81 L	4
FLIP2009-52L	14	FLIP2010-88L	5
ILL754*ILL	15	FLIP2011-17L	6
ILL6434*ILL	16	FLIP2010-40L	7
Kimia	17	FLIP2010-50L	8
Gachsaran	18	FLIP2010-70L	9

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات زراعی در ژنوتیپ‌های عدس

Table 3. Analysis of variance (mean squares) of agronomic traits in lentil genotypes

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	ارتفاع بوته Plant Height	تعداد شاخه فرعی Number of branches	روز تا گلدهی Days to flowering	روز تا رسیدگی Days to maturity	تعداد برگ در بوته Number of leaves per plant
تکرار Replication	2	22.88^{ns}	14.42^{ns}	48.22^{ns}	6.01^{ns}	1.85^{ns}
ژنوتیپ Genotype	17	3239.40**	102.04**	3.09*	3.79^{ns}	39.38*
خطای آزمایشی Error	34	21.14	5.75	5.20	4.39	8.73
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	-	9.94	3.98	1.85	1.45	9.01

* و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج‌درصد و یک‌درصد؛ ns: غیرمعنی‌دار

* and **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively; ns: Non significant

ادامه جدول ۳.

Continue of Table 3.

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	تعداد گل در بوته Number of flowers per plant	تعداد غلاف در بوته Number of pods per plant	تعداد دانه در غلاف Number of seeds per pod	تعداد دانه در بوته Number of seeds per plant	وزن۱۰۰دانه 100 Seed weight	عملکرد دانه Seed yield
تکرار Replication	2	14.24^{ns}	0.01^{ns}	10.77^{ns}	0.22^{ns}	0.35^{ns}	7424^{ns}
ژنوتیپ Genotype	17	102.04**	2.07^{ns}	3.15^{ns}	0.96*	0.55**	1856715**
خطای آزمایشی Error	34	5.75	2.25	12.16	3.63	0.21	121364
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	-	3.98	8.77	15.74	12.34	9.71	37.44

* و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج‌درصد و یک‌درصد؛ ns: غیرمعنی‌دار

* and **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively; ns: Non significant

از نظر صفت ارتفاع بوته، ژنوتیپ Flip2011-13 I با میانگین ۳۲ سانتی‌متر و ژنوتیپ IILL6434*Ill با ارتفاع ۱۹/۶۶ سانتی‌متر به ترتیب دارای بیشترین و کمترین میانگین ارتفاع بوته بودند (جدول ۵). از لحاظ تعداد شاخه‌های فرعی نیز ژنوتیپ‌های Percoz-4605 با میانگین ۹/۳۳ عدد و Flip 2007-132 L با ۵/۳۳ عدد به‌ترتیب بیشترین و کمترین میانگین صفت مذکور را داشتند (جدول ۵).

همچنین نتایج مقایسه میانگین برای صفت تعداد غلاف در بوته نشان داد که بیشترین تعداد غلاف مربوط به رقم کیمیا با میانگین تعداد غلاف ۱۰ بود و بین سایر ژنوتیپ‌های مورد بررسی از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. از نظر صفت تعداد دانه در بوته، ژنوتیپ ILL6434*ILL با میانگین ۱۷/۶۶ عدد و ژنوتیپ Flip2010-88L با میانگین ۱۲/۳۳ عدد به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین میانگین تعداد دانه بودند. بررسی میانگین تعداد گل در بوته نشان داد که ژنوتیپ Flip96-56L با ۷۰/۶۶ عدد و ژنوتیپ Flip 2011-13 L با ۵۱ عدد به‌ترتیب بیشترین و کمترین میانگین را داشتند.

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات زراعی ژنوتیپ‌های عدس

Table 5. Comparison of mean agronomic traits of lentil genotypes

ژنوتیپ Genotype	ارتفاع بوته* (سانتی‌متر) Plant height (cm)	تعداد شاخه فرعی Number of branches	روز تا گلدهی Days to flowering	روز تا رسیدگی Days to maturity	تعداد برگ در بوته Number of leaves per plant
Precoz-4605	24.00^{def}	9.33^{a}	31.66^{bcd}	124.33^{a}	142.66^{a}
Flip-51L	24.33^{abcd}	7.00^{cdef}	37.00^{a}	124.33^{a}	142.66^{a}
Flip96-56L	26.33^{cde}	7.66^{bcde}	36.00^{ab}	121.66^{a}	142.66^{a}
Flip 2010-8Li	27.33^{bcde}	5.66^{fg}	30.66^{cbde}	121.66^{a}	143.66^{a}
Flip2010-88L	26.66^{bcd}	5.77^{fg}	31.66^{bcd}	121.66^{a}	143.33^{a}
Flip2011-17L	26.00^{ed}	9.00^{ab}	31.33^{bcd}	121.33^{a}	142.33^{a}
Flip2010-40L	24.00^{def}	6.66^{defg}	26.00^{e}	122.66^{a}	143.00^{a}
Flip 2010-50 L	28.00^{abcde}	7.00^{ef}	27.00^{de}	124.00^{a}	145.66^{a}
Flip 2010-70 L	36.66^{ab}	8.33^{abc}	27.00^{de}	123.00^{a}	143.00^{a}
Flip 2011-13 L	28.33^{abcd}	6.66^{defg}	36.66^{a}	123.33^{a}	143.33^{a}
Flip 2010-90 L	30.66^{abc}	8.00^{abcd}	37.66^{a}	123.33^{a}	145.00^{a}
Flip2011-13 i	32.00^{a}	8.00^{abcd}	26.33^{e}	122.33^{a}	144.33^{a}
Flip 2007-132 L	31.66^{ab}	5.33^{g}	31.33^{bcd}	122.66^{a}	145.33^{a}
Flip 2009-52 L	24.33^{de}	6.33^{efg}	35.33^{abc}	123.33^{a}	144.00^{a}
ILL754*ILL	26.66^{bcd}	8.00^{abcd}	35.66^{ab}	123.33^{a}	144.00^{a}
ILL6434*ILL	19.66^{e}	9.00^{ab}	34.00^{abc}	122.66^{a}	145.66^{a}
Kimia	23.66^{de}	6.66^{defg}	33.33^{bcd}	124.00^{a}	144.33^{a}
Gachsaran	24.66^{d}	6.66^{defg}	33.66^{abc}	124.66^{a}	143.63^{a}

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

* .Means followed by the same letters in each column are not significantly different according to least significant difference (LSD) test (p≤0.05)

ادامه جدول۵.

Continue of Table 5.

ژنوتیپ **Genotype**	تعداد گل در بوته* **Number of flowers per plant**	تعداد غلاف در بوته **Number of pods per plant**	تعداد دانه در غلاف **Number of seeds per pod**	تعداد دانه در بوته **Number of seeds per plant**	وزن۱۰۰دانه (گرم) **100 seed weight (g)**	عملکرد دانه (کیلوگرم/ هکتار) **Grain yield (kg/ ha)**
Precoz-4605	66.33^{bc}	8.66^{ab}	1.33^{a}	15.66^{abc}	4.53^{bcdef}	820.8^{bcd}
Flip-51L	67.33^{ab}	7.33^{b}	1.30^{a}	16.63^{ab}	4.50^{cdef}	1211.7^{abc}
Flip96-56L	70.66^{a}	7.33^{b}	1.20^{a}	14.66^{abcd}	4.76^{bcde}	655.8^{cd}
Flip 2010-8Li	60.00^{eh}	7.00^{b}	1.52^{a}	14.00^{bcd}	4.73^{bcde}	901.7^{abcd}
Flip2010-88L	58.33^{gh}	7.66^{ab}	1.46^{a}	12.33^{d}	5.26^{ab}	882.5^{bcd}
Flip2011-17L	63.33^{cde}	7.33^{b}	6.43^{a}	16.66^{ab}	3.80^{f}	1231.8^{ab}
Flip2010-40L	59.00^{fgh}	8.00^{ab}	1.46^{a}	17.33^{a}	4.26^{def}	900.0^{abcd}
Flip 2010-50 L	60.00^{efgh}	7.33^{b}	1.56^{a}	15.33^{abcd}	4.93^{abcd}	1245.8^{ab}
Flip 2010-70 L	48.66^{i}	7.33^{b}	1.56^{a}	15.66^{abc}	4.96^{abcd}	554.2^{d}
Flip 2011-13 L	51.00^{i}	7.33^{b}	1.76^{a}	16.66^{ab}	4.60^{bcde}	755.8^{bcd}
Flip 2010-90 L	50.33^{i}	7.33^{b}	1.56^{a}	15.66^{abc}	4.16^{ef}	1463.3^{a}
Flip2011-13 i	61.66^{efg}	9.00^{ab}	1.36^{a}	16.33^{ab}	5.03^{abc}	1044.2^{abcd}
Flip 2007-132 L	59.33^{fgh}	8.66^{ab}	6.53^{a}	15.00^{abc}	5.03^{abc}	1125^{abcd}
Flip 2009-52 L	62.66^{cdef}	7.66^{ab}	1.46^{a}	13.00^{bc}	4.83^{bcde}	720.00^{bcd}
ILL754*ILL	62.00^{defg}	8.00^{ab}	1.43^{a}	14.66^{abc}	4.53^{bef}	500.0^{d}
ILL6434*ILL	60.00^{efgh}	8.33^{ab}	1.80^{a}	17.66^{a}	5.66^{a}	830.8^{bcd}
Kimia	57.33^{h}	10.00^{a}	5.00^{a}	16.33^{ab}	5.02^{abc}	970.8^{abcd}
Gachsaran	65.66^{bcd}	9.33^{ab}	1.36^{a}	14.66^{ab}	4.52^{bcdef}	850.0^{bcd}

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

*.Means followed by the same letters in each column are not significantly different according to least significant difference (LSD) test ($p \leq 0.05$)

نتایج حاصل از مقایسه میانگین صفت عملکرد دانه نشان داد که در بین کل ژنوتیپ‌ها، ژنوتیپ Flip 2010-90 L با وزن ۱۴۶۳/۳ کیلوگرم در هکتار و ژنوتیپ ILL754*ILL با عملکرد دانۀ ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین عملکرد بودند. همچنین نتایج مقایسه میانگین برای صفت وزن۱۰۰دانه نشان داد که ژنوتیپ ILL6434*iLL با وزن۱۰۰دانه ۵/۶۶ گرم و ژنوتیپ Flip2011-17L با میانگین وزن۱۰۰دانه ۳/۸۰ گرم به‌ترتیب بیشترین و کمترین میانگین این صفت را به خود اختصاص دادند (جدول ۶).

ضریب تغییرات فنوتیپی از جمله شاخص‌هایی است که برای مقایسۀ نسبی میزان تنوع ژنتیکی بین صفات مختلف مناسب است. طبق نتایج حاصل در این بررسی (جدول ۷)، بیشترین میزان تنوع مربوط به عملکرد دانه (با ۷۸/۶۵ درصد، ضریب تغییرات فنوتیپی) بود که دور از انتظار نیست، زیرا با توجه به شرایط محیطی میزان تغییرات عملکرد در ژنوتیپ‌های تحت بررسی بسیار زیاد بود که با نتایج Naruie Rad *et al*, (2008) مطابقت دارد و بعد از آن صفت ارتفاع بوته با ۷۰/۲۵درصد و وزن۱۰۰دانه با ۴۰/۰۹ درصد قرار داشتند. کمترین میزان تنوع ژنتیکی در بین صفات مورد مطالعه مربوط به تعداد گل در بوته (با ضریب تغییرات فنوتیپی ۱/۳۷ درصد) و تعداد شاخه فرعی (با ضریب تغییرات فنوتیپی ۱/۴۵ درصد) بود (جدول ۷). Vojdani & Moallemi (1993) مجموعه‌ای از ۹۹۵ نمونه عدس بانک ژن را مورد ارزیابی قرار داده و نتیجه گرفتند که شش صفت مورد بررسی و از جمله تاریخ رسیدن، وزن۱۰۰دانه و ارتفاع بوته و عملکرد دانه بیشترین تنوع را در این کلکسیون نشان می‌دهند. در این مطالعه نیز تنوع زیادی برای برخی صفات از قبیل وزن۱۰۰دانه، تاریخ گلدهی، تعداد دانه در غلاف، تعداد برگ در بوته و ارتفاع بوته مشاهده گردید که از این امر می‌توان در برنامه‌های اصلاحی استفاده نمود.

بر اساس نتایج حاصل از این پژوهش، میانگین عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها ۹۳۰/۱۳ کیلوگرم در هکتار بود و حداقل میزان آن ۵۵۴/۲ گرم و تا حداکثر ۱۴۳۲ گرم متغیر و دامنه تغییرات آن برابر ۸۷۷/۸ گرم بود (جدول ۷). همچنین میانگین ارتفاع بوته با ۲۶/۹۴ سانتی‌متر بود که حداقل میزان آن با ۱۹/۶۶ سانتی‌متر و حداکثر ارتفاع آن ۳۳ سانتی‌متر که دامنه تغییرات بین این دو گروه، ۱۳/۳۴ بود. میانگین تعداد گل در بوته ۶۰/۲۰ عدد بود که برای برخی ژنوتیپ‌ها بیشترین تعداد گل ۷۰/۶۶ عدد و برای برخی ژنوتیپ‌ها دارای ۴۸/۶۶ عدد بود که دامنه تغییرات برای این گروه‌ها ۲۲/۶۶ عدد بود. همچنین میانگین تعداد شاخه فرعی ۶۱/۲۲ عدد بود که بیشینه مقدار آن حدود ۷۲/۶۶ عدد و حداقل میزان عددی آن ۴۹/۶۶ عدد بود. دامنه تغییرات برای این دو گروه ۲۳/۶۶ عدد شاخه فرعی بود (جدول ۷).

جدول ۶- آماره‌های توصیفی صفات اندازه‌گیری‌شده ژنوتیپ‌های عدس

Table 6. Statistics characterization measurements of lentil genotypes

صفات Variables	ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	میانگین mean	حداکثر Maximum	حداقل Minimum	انحراف معیار Standard deviation
تعداد برگ در بوته Number of leaves per plant	58.12	32.72	37.66	26.00	3.64
تعداد غلاف در بوته Number of pods per plant	17.84	7.99	10.00	7.00	0.83
تعداد دانه در غلاف Number of seeds per pod	39.43	2.27	6.53	1.20	1.84
تعداد دانه در بوته Number of seeds per plant	30.18	15.44	17.66	12.33	1.40
تعداد گل در بوته Number of flowers per plant	1.37	60.20	70.66	48.66	5.83
تعداد شاخه فرعی Number of branches	1.45	61.22	72.66	49.66	5.83
ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant Height (cm)	70.25	26.94	33.00	19.66	3.83
روز تا گلدهی Days to flowering	21.79	122.99	124.66	12.33	1.01
روز تا رسیدگی Days to maturity	24.11	143.95	145.66	121.33	1.12
وزن۱۰۰دانه (گرم) 100 seed weight (g)	40.09	4.72	5.66	142.33	0.04
عملکرد دانه (کیلوگرم/هکتار) Grain yield (kg/ha)	78.65	930.13	1432.00	554.20	248.85

وجود همبستگی بین صفات، در کارهای اصلاحی به‌ویژه در امر گزینش بر اساس تعدادی از صفات بسیار اهمیت دارد. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، بین عملکرد دانه با وزن۱۰۰دانه رابطۀ مثبت و معنی‌داری مشاهده شد که با نتایج Salehi *et al*, (2007) مطابقت دارد. بین ارتفاع بوته و عملکرد دانه نیز (۰/۲۸۱) همبستگی مثبت و معنی‌داری مشاهده شد. در حبوبات به‌خصوص عدس این همبستگی اغلب مثبت، ولی کم است؛ زیرا عدس در زمرۀ گیاهان دارای رشدنامحدود است. از این‌رو با افزایش ارتفاع، غلاف‌های بیشتری تولید می‌شود که بر عملکرد تأثیر مثبت دارد (Bagheri *et al*., 1997). تعداد دانه در بوته با تعداد برگ، وزن۱۰۰دانه و تعداد غلاف در بوته نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری نشان داد. همچنین بین تعداد غلاف در بوته با تعداد دانه در بوته نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری مشاهده شد. صفت تعداد دانه در بوته با عملکرد دانه نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری نشان داد که این نتایج با یافته‌های Singh *et al*, (1994) مطابقت دارد. همبستگی بین تعداد شاخه فرعی با تعداد دانه در بوته نیز مثبت و معنی‌دار بود و محققانی چون Kumar *et al*, (1995) نیز رابطه مثبت و معنی‌داری میان این دو صفت را گزارش کردند. از بین صفات مورد مطالعه وزن۱۰۰دانه (r=۰/۳۱۴)، تعداد دانه در غلاف (r=۰/۳۳۵)، ارتفاع بوته (۰/۲۸۱) و تعداد دانه در بوته (r=۰/۲۳۴) بیشترین میزان همبستگی با عملکرد دانه را نشان دادند. Assady *et al*, (2011) نتیجه گرفتند که عملکرد دانه با صفات، ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته و تعداد دانه در غلاف دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری است که با نتایج آزمایش حاضر مطابقت دارند. Iqbal *et al*, (2003) همبستگی مثبت و معنی‌داری را بین عملکرد دانه با صفات تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و تعداد شاخه‌های فرعی گزارش کردند.

از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی برای رسیدن به اهداف تشریح و توجیه تنوع موجود در جمعیت، تعیین سهم هر صفت در تنوع و کاهش تعداد متغیرهای اصلی از طریق محاسبه مؤلفه‌های غیرهمبسته (مستقل) که ترکیبی از متغیرهای اصلی می‌باشند، استفاده می‌شود. تجزیه به مؤلفه‌های اصلی برای صفات مورد اندازه‌گیری، نسبت واریانس توجیه شده توسط هر مؤلفه و کل واریانس توجیه شده در جدول ۹ آمده است.

نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی برای صفات مورد مطالعه در جدول ۹ آمده است که از بین ۱۱ صفت ارزیابی‌شده، چهار مؤلفه استخراج شد که دارای مقادیر ویژه بیشتر از یک بودند و جمعاً حدود ۶۹/۹ درصد از واریانس کل را توجیه می‌کردند. سهم مؤلفه اول ۲۴/۹ درصد بود که عمدتاً توجیه‌کننده صفات تعداد برگ در بوته، تعداد دانه در غلاف، تعداد دانه در بوته، ارتفاع بوته، روز تا گلدهی، روز تا رسیدگی، وزن۱۰۰دانه و عملکرد دانه بود.

جدول ۷- همبستگی صفات اندازه‌گیری‌شده ژنوتیپ‌های عدس

Table 7. Correlation of measured traits of lentil genotypes

صفات Variables	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11
X1	1										
X2	0.194*	1									
X3	0.097^{ns}	0.319*	1								
X4	0.211*	0.086*	-0.210*	1							
X5	0.116*	0.185*	0.200*	0.155*	1						
X6	0.118^{ns}	0.113^{ns}	0.073^{ns}	0.132*	0.155*	1					
X7	0.126*	0.122*	-0.370*	0.061^{ns}	0.109^{ns}	0.120*	1				
X8	0.042^{ns}	0.204*	-0.042^{ns}	0.021^{ns}	0.114*	0.361*	0.036^{ns}	1			
X9	0.213*	0.416**	-0.181*	0.110*	-0.146*	0.052^{ns}	0.045^{ns}	0.119*	1		
X10	0.080^{ns}	0.297*	0.107^{ns}	0.162^{ns}	0.090^{ns}	0.093^{ns}	0.188*	-0.018^{ns}	0.556*	1	
X11	0.211*	0.086^{ns}	0.335*	0.234*	0.610**	0.062^{ns}	0.281*	0.017^{ns}	-0.089^{ns}	0.314*	1

X1: تعداد برگ در بوته، X2: تعداد غلاف در بوته، X3: تعداد دانه در غلاف، X4: تعداد دانه در بوته، X5: تعداد گل در بوته، X6: تعداد شاخه فرعی، X7: ارتفاع بوته، X8: روز تا گلدهی، X9: روز تا رسیدگی، X10: وزن۱۰۰دانه، X11: عملکرد دانه

* و **: به ترتیب، معنی‌دار در سطح احتمال پنج‌درصد و یک‌درصد؛ ns: غیرمعنی‌دار

X1: number of leaves per plant, X2: number of pods per plant, X3: number of seeds per pod, X4: number of seeds per plant, X5: number of flowers per plant, X6: number of branches, X7: plant height, X8: days to flowering, X9: days to maturity, X10: 100- seed weight, X11: grain yield

* and **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively. ns: non significant

سهم مؤلفه دوم از کل واریانس ۱۷ درصد بود و بیشتر توجیه‌کننده صفات تعداد دانه در غلاف، تعداد دانه در بوته، تعداد گل در بوته، ارتفاع بوته و عملکرد دانه بود. همچنین سهم مؤلفه سوم ۱۶ درصد بود و دارای صفاتی با ضرایب مثبت همچون تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، تعداد دانه در بوته، تعداد گل، تعداد شاخه فرعی، روز تا رسیدگی و روز تا گلدهی بود. سهم مؤلفه چهارم نیز ۱۲ درصد و توجیه‌کننده صفات تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، تعداد دانه در بوته، تعداد گل، تعداد شاخه فرعی، وزن۱۰۰دانه و ارتفاع بوته است. بنابراین، با توجه به نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی این چهار عامل، به ترتیب صفات ارتفاع بوته، روز تا رسیدگی، وزن۱۰۰دانه در مؤلفه مثبت اول و تعداد دانه در غلاف در مؤلفه مثبت دوم، تعداد دانه در غلاف در مؤلفه سوم و تعداد غلاف در بوته در مؤلفه چهارم اهمیت زیادی در افزایش عملکرد ژنوتیپ‌های عدس مورد بررسی می‌توانند داشته باشد و در حقیقت از راه انتخاب این صفات می‌توان عملکرد دانه را بهبود بخشید.

بر اساس رابطه مؤلفه‌ها و صفات مورد بررسی، در نمودار بای‌پلات مؤلفه‌های اول و دوم (شکل ۱)، ناحیه بالا و سمت راست بای‌پلات (مقادیر مثبت هر دو مؤلفه) مورد نظر است و لاین‌هایی که در این ناحیه قرار می‌گیرند، به‌عنوان مطلوب‌ترین ژنوتیپ‌ها معرفی می‌شوند. بر اساس نتایج نمودار، ژنوتیپ‌های Flip 2010-90 L و Flip 2011-13 L، به‌عنوان مطلوب‌ترین ژنوتیپ‌ها در مؤلفه دوم معرفی شدند.

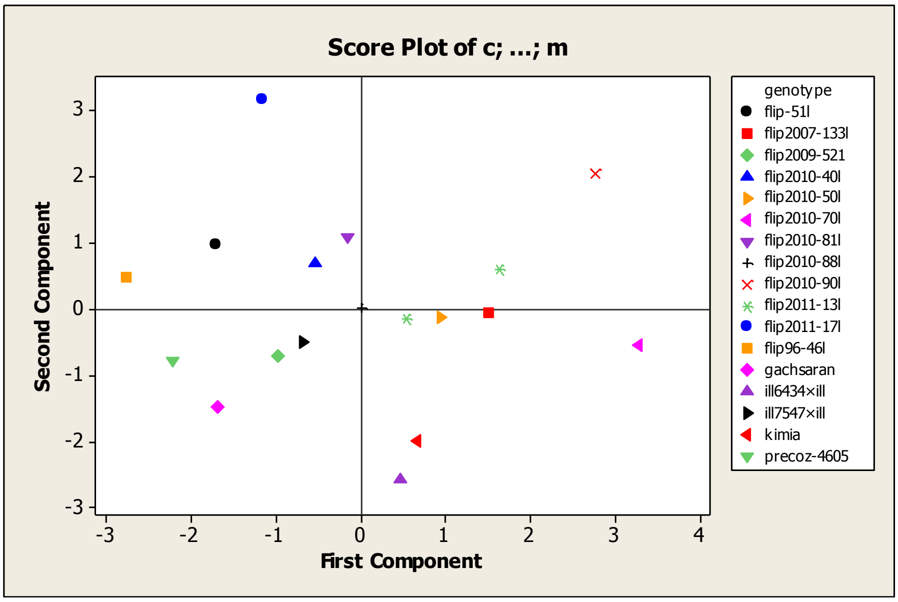
Asgar *et al*, (2010) در آزمایش خود بر روی گندم از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی استفاده کردند و اظهار داشتند که بیشترین تغییرات مورد نظر بین داده‌ها با دو مؤلفه اول و دوم بیان می‌شوند و نتیجه گرفتند که صفاتی مانند تعداد دانه در سنبله، عملکرد کاه و وزن۱۰۰دانه، ۹۷ درصد تغییرات عملکرد دانه را توجیه می‌نمایند. در مطالعهٔ ۱۵۵ ژنوتیپ نخود برای ۳۲صفت مشخص شد که در بررسی تجزیه به مؤلفه‌های اصلی پنج مؤلفه اول ۸۲/۶۰ درصد کل تغییرات موجود را توجیه نموده است (Keneni *et al*., 2013).

در این مطالعه نتایج تجزیه عاملی به روش مؤلفه‌های اصلی روی ۱۱صفت مورفولوژیکی مورد بررسی انجام شد که با توجه به نتایج مقادیر ویژه، چهار عامل اصلی را تفکیک نمود (جدول ۱۰). چهار عامل برای توجیه اطلاعات داده‌های این تحقیق کافی است، زیرا از عامل چهارم به بعد تغییرات مقدار ویژه کاهش می‌یابد. در نتیجه می‌توان چهار عامل را به‌عنوان عوامل مهم که بیشترین نقش را در تبیین واریانس داده‌ها دارند، استخراج کرد. این چهار عامل به‌ترتیب ۲۲/۱۰، ۱۱/۸، ۱۰/۳، ۱۰/۱ درصد و در مجموع ۵۴/۳ درصد از تغییرات کل داده‌ها را تبیین نمودند.

جدول ۸- تجزیه به مؤلفه‌های اصلی برای صفات اندازه‌گیری‌شده ژنوتیپ‌های عدس

Table 8. Principal component analysis for 18 lentil genotypes on their characters

صفات Variables	مؤلفه ۱ Factor 1	مؤلفه ۲ Factor 2	مؤلفه ۳ Factor 3	مؤلفه ۴ Factor 4	مؤلفه ۵ Factor 5
تعداد برگ در بوته Number of leaves per plant	0.025	-0.016	-0.331	-0.557	-0.159
تعداد غلاف در بوته Number of pods per plant	-0.029	-0.489	-0.430	1.001	0.036
تعداد دانه در غلاف Number of seeds per pod	0.094	0.104	0.500	0.163	0.347
تعداد دانه در بوته Number of seeds per plant	0.104	0.014	0.455	0.309	0.322
تعداد گل در بوته Number of flowers per plant	-0.565	0.042	0.084	0.130	0.187
تعداد شاخه فرعی Number of branches	-0.575	-0.062	0.084	0.135	0.178
ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant Height (cm)	0.310	0.315	-0.056	0.136	0.505
روز تا گلدهی Days to flowering	0.029	-0.346	0.152	-0.586	0.475
روز تا رسیدگی Days to maturity	0.457	-0.316	0.027	0.136	0.201
وزن ۱۰۰دانه (گرم) 100 seed weight (g/m^2)	0.144	-0.545	-0.139	0.392	0.006
عملکرد دانه (کیلوگرم/هکتار) Grain yield (kg/ha)	0.118	0.362	0.434	0.000	0.397
مقدار ویژه Eigenvalues	2.73	1.86	1.76	1.32	0.95
سهم واریانس Relative variance (%)	0.249	0.170	0.160	0.120	0.087
سهم تجمعی Cumulative variance (%)	0.249	0.419	0.579	0.699	0.786



شکل ۱- نمودار بای پلات ۱۸ ژنوتیپ عدس بر اساس تجزیه به مؤلفه اصلی ۱۱ صفت مورد مطالعه

Fig. 1. Byplot diagram of 18 lentil genotypes based on principal component analysis of 11 studied traits

هرچه میزان واریانس عاملی بیشتر باشد، به اعتبار آن عامل در تفسیر تغییرات داده‌ها افزوده می‌شود. میزان اشتراک نیز بخشی از واریانس یک متغیراست که به عامل‌های مشترک مربوط می‌شود و هر چه بیشتر باشد، نشان‌دهنده دقت بیشتر در برآورد واریانس متغیر مربوطه می‌باشد (Henrico *et al.*, 2004).

با مشاهده ضرایب عاملی جدول ۱۰ مشخص شد که عامل اول که بیشترین (۲۲/۱) درصد از تغییرات داده‌ها را دربرگرفت، دارای ضرایب بزرگ و منفی برای تعداد شاخه فرعی، تعداد گل در بوته و تعداد غلاف در بوته و دارای ضرایب بزرگ و مثبت برای صفات روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته و تعداد دانه در بوته، تعداد برگ در بوته، تعداد غلاف در بوته می‌باشد که می‌توان آن را عامل اجزای عملکرد نامید. از طرفی دیگر تجلی بار مثبت روز تا رسیدگی نشان‌دهنده همبستگی منفی و معنی‌دار این صفت با صفات تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه درغلاف، و عملکرد می‌باشد.

Yunesi hamze khanlu *et al*, (2010) نیز در بررسی تجزیه به عامل‌ها روی ۹صفت در ۳۳ لاین جهش‌یافته سویا (*Glycine max* L.) عواملی را به عنوان عامل عملکرد که شامل صفات تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، شاخص برداشت و عملکرد دانه بود، گزارش نمودند.

همچنین Narjesi *et al*, (2008) نیز در بررسی ۱۷صفت در ۳۰ ژنوتیپ سویا دو عامل فنولوژیکی و عملکرد را گزارش کردند که به‌ترتیب ۲۸/۲۱ و ۱۶/۵۸ درصد از تغییرات داده‌ها را توجیه نمودند. آن‌ها همچنین نشان دادند که شاخص برداشت و عامل دوم که ۱۱/۸درصد از تغییرات داده‌ها را دربرمی‌گیرد، دارای ضرایب بزرگ و مثبت برای صفات عملکرد گیاه، ارتفاع گیاه و تعداد دانه در بوته می‌باشد که تعداد دانه در بوته را می‌توان عامل اجزای عملکرد نامید. عامل سوم نیز با ۱۰/۳ درصد از تغییرات کل داده‌ها دارای ضرایب بزرگ و مثبت تعداد دانه در غلاف و ارتفاع گیاه است که می‌توان تعداد به عنوان عامل دانه در غلاف معرفی شود. همچنین عامل چهارم با ۱۰/۱ درصد از تغییرات کل داده‌ها را شامل می‌شود و دارای ضرایب بزرگ و مثبت تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در بوته است که به عنوان عامل تعداد دانه در غلاف نام‌گذاری می‌شود.

جدول ۹- تجزیه به عامل‌ها برای صفات اندازه‌گیری‌شده در ۱۸ ژنوتیپ‌های عدس

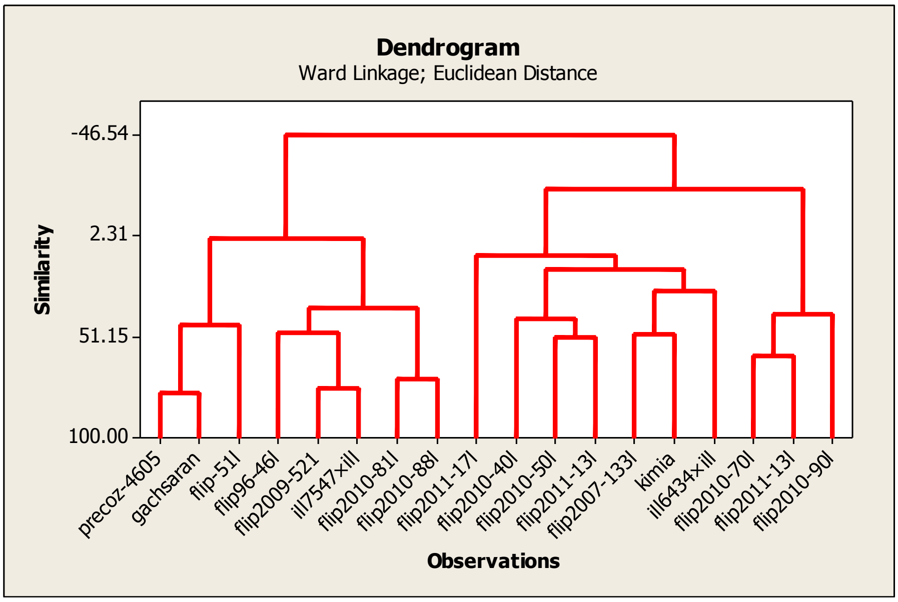
Table 9. Factor analysis for 18 lentil genotypes on their characters

صفات **Variables**	مؤلفه ۱ **Factor 1**	مؤلفه ۲ **Factor 2**	مؤلفه ۳ **Factor 3**	مؤلفه ۴ **Factor 4**
تعداد برگ در بوته Number of leaves per plant	0.082	0.042	-0.119	-0.557
تعداد غلاف در بوته Number of pods per plant	-0.078	-0.179	-0.265	0.216
تعداد دانه در غلاف Number of seeds per pod	0.047	0.054	0.119	0.955
تعداد دانه در بوته Number of seeds per plant	0.111	0.081	-0.071	0.085
تعداد گل در بوته Number of flowers per plant	-0.980	0.044	-0.022	-0.026
تعداد شاخه فرعی Number of branches	-0.890	0.054	-0.032	-0.062
ارتفاع بوته Plant height	0.240	0.056	0.064	0.008
روز تا گلدهی Days to flowering	-0.030	0.023	-0.951	-0.122
روز تا رسیدگی Days to maturity	0.453	-0.463	-0.122	0.039
وزن۱۰۰دانه 100 seed weight	0.060	-0.950	-0.330	-0.061
عملکرد دانه Grain yield	0.025	0.145	-0.033	0.173
سهم واریانس Relative variance (%)	22.1	11.8	10.3	10.1

Kohkan *et al,* (2010) در بررسی روی ۱۲ صفت از ۱۴۱ لاین سویا، عامل اول خود را با بیشترین سهم با ۲۹/۱۸درصد توجیه تغییرات داده‌ها که شامل صفات عملکرد، تعداد شاخه در بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، وزن دانه در بوته بود، به نام عامل فنولوژیکی نام‌گذاری نمودند.

یکی از روش‌های مهم برای گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس صفات مختلف استفاده از تجزیه خوشه‌ای است. در تجزیۀ خوشه‌ای پنج گروه کاملاً مجزا، با خصوصیات درون‌گروهی مشابه و بین گروهی غیرمشابه شناسایی شد. از آنجا که ژنوتیپ‌های موجود در هر یک از گروه‌ها دارای قرابت ژنتیکی بیشتری نسبت به ژنوتیپ‌های موجود در گروه‌های متفاوت‌اند، در صورت نیاز به دورگ‌گیری می‌توان با توجه به ژنوتیپ‌های گروه‌های مختلف و ارزش میانگین صفات برای هر گروه، برای بهره‌وری بیشتر از پدیده‌هایی همچون هتروزیس و تفکیک متجاوز استفاده کرد. بر اساس این گروه‌بندی (شکل ۲) ۱۸ژنوتیپ مورد مطالعه در پنج گروه قرار می‌گیرند. گروه اول شامل ژنوتیپ‌های Precoz-4605، Flip-51 L و گچساران؛ گروه دوم شامل ژنوتیپ‌های Flip 96-46 L، Flip 2009-52 L، ILL754*ILL، Flip 2010-81L و Flip 2010-88L؛ گروه سوم شامل ژنوتیپ Flip 2011-17L، گروه چهارم شامل ژنوتیپ‌های Flip 2010-50L، Flip 2011-13L، Flip 2007-133L، کیمیا، ILL6434*ILL و Flip 2010-40L و گروه پنجم شامل ژنوتیپ‌های Flip 2010-70 L، Flip 2011-13L و Flip 2010-90 L می‌باشند (شکل ۲).

Vojdani & Moallemi (1993) با ارزیابی ۹۹۵ نمونه عدس بومی از کلکسیون بانک ژن نتیجه‌گیری کردند که طبقه‌بندی اقلیمی رابطه بیشتری با تنوع ژنتیکی نمونه‌ها دارد.



شکل ۲- دندروگرام حاصل از تجزیه و تحلیل خوشه‌ای ۱۸ ژنوتیپ عدس

Fig. 2. Dendrogram obtained from cluster analysis of 18 lentil genotypes

نتیجه‌گیری

در دو دهه اخیر مطالعات وسیعی در زمینه بیوتکنولوژی و ژنتیک در کشورهای پیشرفته و در چند سال اخیر در ایران انجام گرفته، اما در رابطه با گیاه عدس تحقیقات وسیع و جامعی صورت نگرفته است. در کشور ما با وجود منابع غنی ژنتیکی به‌دلیل عدم شناخت کافی ذخایر ژنتیکی و ژن‌های مطلوب، برنامه‌های اصلاحی درخور توجهی روی گیاه عدس صورت نگرفته است. به این منظور اطلاعات دقیق از تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های مختلف گیاه عدس به بهره‌برداری بهتر از این منابع ژنتیکی می‌انجامد. هدف اصلی مطالعات گستردۀ اصلاحی بر گیاهان، شناسایی صفات مرغوب و انتقال یا تقویت آن‌ها در گیاهان است. در این تحقیق تنوع بالایی بین صفات مورد ارزیابی در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه مشاهده شد. از بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه ژنوتیپ Flip 2010-90 L با عملکرد ۱۴۳۲/۳ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد را داشت و نسبت به ارقام شاهد برتر بود. بنابراین در توسعه کشت عدس و اصلاح

عملکرد می‌توان به این ژنوتیپ توجه ویژه داشت. همچنین نتایج نشان داد تعداد دانه در بوته، وزن۱۰۰دانه، تعداد دانه در غلاف و ارتفاع بوته از صفاتی بودند که رابطۀ مثبتی با عملکرد دانه داشتند، به‌طوری‌که باید مدنظر اصلاح‌گران نبات قرار گیرند. با توجه به آن‌که عامل اول، بیشترین میزان تغییرات را توجیه می‌کند، از صفاتی که در این عامل بزرگ‌ترین ضرایب عاملی را دارند، می‌توان به ارتفاع بوته، روز تا رسیدگی و تعداد دانه در غلاف اشاره کرد و برای انتخاب بهترین ژنوتیپ‌ها و لاین‌ها می‌توان از این صفات استفاده کرد. بر اساس نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، در نمودار بای‌پلات ژنوتیپ‌های Flip 2010-90 L و Flip 2011-13 L به‌عنوان مطلوب‌ترین ژنوتیپ‌ها معرفی شدند و دو مؤلفه اول دارای ضرایب مثبت با صفات روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته و تعداد دانه در غلاف هستند که می‌توانند به‌عنوان صفات مطلوب در عدس درنظرگرفته شوند؛ هر چند جهت تأیید نتایج این آزمایش تکرار آن در سال‌های مختلف ضروری است.

منابع

1. Aghaei, M., Shahab, J., Zeynali, M., and Talei, H.A. 2004. Genetic diversity of population of lentil and its relation to geographical distribution. Journal of Agronomy Science 6(4): 402-414. (In Persian).
2. Anjam, M.S., Ali, A., Iqbal, S.M., and Haqqani, A.M. 2005. Evaluation and correlation of economically important traits in exotic germplasms of lentil. International Journal of Agriculture and Biology 7(6): 959-961.
3. Asgar, M., Yazdan-Sepas, A., and Amini, A. 2010. Evaluation of genotypes of winter wheat under drought stress and normal irrigation after the flowering stage. Seed and Plant Improvement Journal 3: 313-329. (In Persian).
4. Assady, B., Dorri, H.R., and Ghadiri, A. 2011. Evaluation of chitti bean genotypes to drought stress using stress tolerance indices. Seed and Plant Journal 27(4): 615-630. (In Persian).
5. Bagheri, A., Goldani, M., and Hasanzade, M. 1997. Lentil Plantation and Improvement. Jahad-Daneshgahi, Mashhad Publication, Mashhad, Iran. (In Persian).
6. Behera, T.K., Singh, A.K., and Staub, E.G. 2008. Comparative analysis of genetic diversity in Indian bitter gourd (*Momordica charantia* L.) using RAPD and ISSR markers for developing crop improvement strategies. Scientia Horticultura 115: 209-217.
7. Henrico, S.B., Claudio, G.P., Pinto, R., and Destro, D. 2004. Path analysis under multicollineararity in soybean. Brazilian Archives of Biology and Technology 47: 669-676.
8. Iqbal, S., Mahmood, T., Anwar, A.M., and Sarwar, M., 2003. Path coefficient analysis in different genotypes of soybean. Pakistan Journal of Biological Science 6(12): 1085-1087.
9. Keneni, G., Bekele, E., Assefa, F., Imtiaz, M., Debele, T., Dagne, K., and Getu, E. 2013. Phenotypic diversity for symbio-agronomic characters in Ethiopian chickpea (*Cicer aretinum* L.) germplasm accession. African Journal of Biotechnology 63: 12634-12651.
10. Kohkan, H., Mohammadi, A., Alishah, O., and Hezarjaribi, E. 2010. Study on genetic and phenotype diversity and factor analysis for morphological and phonological traits in pure lines Soybean, Tehran. (In Persian).
11. Kumar, A., Singh, D.P., and Singh, B.B. 1995. Association analysis in lentil. Journal Pulse Research 8(1): 20-29.
12. Kumar, S., Rajendran, K, Kumar, J., Aladdin, H., and Michael, B. 2015. Current knowledge in lentil genomics and its application for crop improvement. Frontiers in Plant Science 6: 1-13.
13. Mishra, S.K., Sharma, B., and Sharma, S.K. 2007. Genetics and cytogenetic of Lentil. In: S.S. Yadav, S.K. Mishra, B. Sharma and S.K. Sharma (Eds.). Lentil: An Ancient Crop for Modern Times, p. 187-208.
14. Narjesi, V., Zeinali Khangah, H., and Zali, A.A. 2008. Evaluation of genetic diversity for agronomic, morphological and phenological traits in Soybean. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources 41: 227-235. (In Persian).
15. Narouie Rad, M.R., Aghaie, M.J., Fanaie, H.R., and Ghasemie, M. 2008. The study of genetic variation of some morphological and phonologic characters in lentil germplasms of warm and dry regions. Pajouhesh-va-Sazandegi 21(1): 173-179. (In Persian).
16. Pezeshkpour, P., and Afkar, S. 2019. Assessment of variability of lentil genotypes for agronomic traits using multivariate analyses. Journal of Crop Breeding 11(3): 142-151. (In Persian).
17. Salehi, M., Hagh Nazari, A., Shekari, F., and Balsyny, H. 2007. Investigation the relationships between different traits in lentil (*Lens culinaris* Medik). Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources 41: 214-205. (In Persian).

18. Saman, S.M., Mozafari, J., Vaezi, Sh., Abbasi Moghaddam, A., and Mostafaie, H. 2012. Genetic diversity of pod and seed characteristics in lentil germplasm of Iran. Iranian Journal of Crop Sciences 14(2): 171-182. (In Persian).
19. Singh, B., Ambawatia, B., Maharaj, G.A., and Singh, M. 1994. Stress studies in lentil (*Lens esculanta* Moench). IV. Effect of removal of water stress on recovery of germination percentage in lentil. Legume Research 17(1): 8-12.
20. Sultana, T., Ghafoor, A., and Ashraf, M. 2005. Genetic divergence in lentil genotypes for botanical descriptors in relation with geographic origin. Pakistan Journal of Botany 37(1): 61-69.
21. Talebi, R., Naji, A.M., and Fayaz, F. 2008. Geographical patterns of genetic diversity in cultivated chickpea (*Cicer arietinum* L.) characterized by Amplified Fragment Length Polymorphism. Plant Soil Environment 54: 447-452.
22. Tyagi, S.D., and Hafiz Khan, M. 2011. Correlation, path-coefficient and genetic diversity in lentil (*Lens culinaris* Medik) under rainfed conditions. International Research Journal of Plant Science 2(7): 191-200.
23. Vojdani, P., and Moallemi, M. 1993. Variation and correlation of some traits with some lentils and climatic regions. Plant Seed Journal 9(1): 9-1. (In Persian).
24. Yunesi Hamze Khanlu, A., Izadi, A., Piruli, D.N., Halajian, B.M.T., and Majdabadi, A. 2010. Study of relationship between some agro-morphological traits with yield in M7 generation of soybean mutant lines irradiated by gamma ray. Journal of Crop Breeding 2(5): 30-46. (In Persian).
25. Zahedi, F., Nabati, D., Mohammadi, M., and Karimzadeh, R.A. 2016. Path analysis to study morpho-physiological traits, yield and traits related to yield of lentil genotypes under rain-fed condition. Journal of Plant Production 39(2): 71-80. (In Persian).

Iranian Journal of Pulses Research
Homepage: **https://ijpr.um.ac.ir**
Vol. 13, No. 1, June 2022, p. 73-86 (Original Research Article)

Genetic diversity of yield and yield components in few lentil *(Lens culinaris* Medikus) genotypes using multivariate statistical methods

Azizizadeh[1], Zeinab; Tahmasebi[2*], Zahra; and Mirzaei[3], Amir

1. MSc., Plant Breeding, Employee of Agricultural, Jahad organization, Ilam Agricultural, Jahad Organization, Karzan Center, Sirvan city; z.azizizada@gmail.com
2. Associate Professor, Plant Breeding (Biometrical Genetics), Agronomy and Plant Breeding Department, Faculty of Agriculture, Ilam University; z.tahmasebi@ilam.ac.ir
3. Assistant Professor, Agronomy (Ecology), Crop and Horticultural Science Research Department, Ilam Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ilam; amir.mirzaei53@gmail.com

Received: 9 July 2021; **Revised:** 20 September 2021
Accepted: 20 December 2021; **Available Online:** 22 June 2022

How to cite this article:
Azizizadeh, Z., Tahmasebi, Z., and Mirzaei, A. 2022. Genetic diversity of yield and yield components in few lentil *(Lens culinaris* Medikus) genotypes using multivariate statistical methods. Iranian Journal of Pulses Research 13(1): 73-86. (In Persian with English Summary). DOI: 10.22067/ijpr.v13i1.2103-1003

Introduction

Due to the increasing need for agricultural products and the limited water and soil resources for growing crops, it is necessary to study genetic resources, and on the other hand, genetic materials are resources that are considered valuable for plant breeding specialists who try to collect and maintain and evaluate these materials. Iran is one of the main centers of genetic diversity in the world. Identifying the morphological traits is the first step in classifying and describing the pattern of each plant, and several scientists have attempted to classify and measure the phenomenological diversity of specimen collections of various legumes, including lentils. Since Iran is one of the centers of lentil diversity in the world, it is predicted that a great diversity will be found among the native populations of this plant.

Materials and Methods

In order to evaluate the efficiency of multivariate statistical methods in identifying the most important traits affecting grain yield and genetic pattern in lentil genotypes in Ilam province, an experiment as randomized complete block design with three replications using 18 lentil genotypes (two local cultivars) in Sarablah Agricultural Research Station per year was implemented in 2018-2019. Selected traits included the number of leaves of a plant, the number of seeds in a pod, the number of seeds of a plant, the number of flowers on a plant, the number of lateral shoot, flowering and maturity dates, the estimated weight of 100 seeds and final grain yield.

Results and Discussion

Based on the variance analysis, all traits showed meaningful differences until the experiment day except the number of seeds in a pod and the number of pods of a plant. The genotype named 11 (Flip 2010-90L) and genotype named 15 (ILL 754* ILL) showed the highest and the lowest grain yield, respectively which were 1432.3 and 500 g.m^{-2}. The estimated weight of 100 seeds (r= 0.314) and the number of pods showed the highest positive correlation with grain yield. The basic derivatives of the analysis showed the amount of more than one. The validation amount of total variance was 69.9%. Furthermore, the first and second agents showed the most amount of total variance, which was 3.39%. The six positive traits were the amount of seeds in a pod, the amount of seeds in an herb, the length of the plant, the estimated weight of hundred seeds and the functionality of the plant. In addition, the second positive agents included the number of seeds in a

* **Corresponding Author:** z.tahmasebi@ilam.ac.ir

pod, the number of leaves in an herb, the length of the plant and the number of lateral shoots. This study was employed in order to determination of the excellent genotypes regarding the studied traits. Another aim of this research was the enhancement of the availability to the lentil sources. In this study, a wide variety of seed traits such as 100-seed weight and phenological traits such as flowering date, number of seeds per pod, number of leaves per plant and plant height which can be used in breeding programs were recorded. According to statistical analysis, it was found that the studied genotypes have good diversity in terms of grain yield. Number of seeds per plant, 100-seed weight, plant height are some of the traits that showed a positive relationship with seed yield. Since the first factor justifies the most changes, the traits that have the largest factor coefficients in this factor can be plant height, day to maturity and number of seeds per pod and can be selected to select the best genotypes and lines of these traits used. According to the results of the analysis of the main components, the first two components have the traits of day to maturity, plant height and number of seeds per pod, which can be considered as desirable traits in lentils; which is necessary to confirm the results of the repeat test.

Conclusion

The statistical analysis indicated the agreeable variance based on the seed functionality among the selected genotypes.

Keywords: Cluster analysis، Correlation، Genotype، Morphological traits